

Abstract only

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-034588

(43)Date of publication of application : 14.02.1991

(51)Int.Cl. H01S 3/07
G02B 6/04

(21)Application number : 01-170289

(71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 30.06.1989

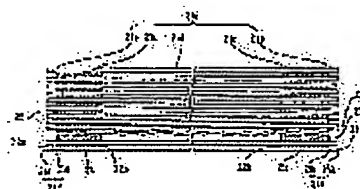
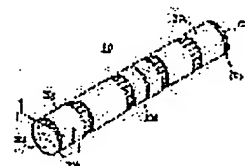
(72)Inventor : TAJIMA HIDEMI
TADOKORO NOBUYUKI

(54) SOLID-STATE LASER MEDIUM, MANUFACTURE THEREOF AND SOLIT-STATE LASER DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To expand a radiant surface by exposing respective pointed ends having end faces and side faces of the 1st region adjacent to the above end faces of each laser fiber from the surfaces at sides of end faces of the laser fiber in a coupling member.

CONSTITUTION: Pointed ends 21f equipped with end faces 21a and the 1st region side faces 21b of each laser fiber 21 are exposed from the surfaces 22a of sides of end faces 21a at the 2nd adhesives 22 by bonding each laser fiber 21. Then, the pointed end 21f equipped with the end faces 21a and the 1st region 21b of each laser fiber 21 are exposed from the surface 22a of the sides of end faces 21a at the 2nd adhesives 22; besides, the side faces 21d of the 3rd region is free from the adhesives. Consequently, radiation is performed not only from the side face 21d of the 3rd region and inside surface 22b at the adhesives 22 but also from the pointed ends 21f of the laser fiber 21 and even the surfaces 22a of the sides of end faces 21a at the adhesives 22.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A)

平3-34588

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)2月14日

H 01 S 3/07
G 02 B 6/047630-5F
8306-2H

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全14頁)

⑮ 発明の名称 固体レーザー媒体、その固体レーザー媒体の製造方法及び固体レーザー装置

⑯ 特 願 平1-170289

⑰ 出 願 平1(1989)6月30日

⑱ 発 明 者 田 島 英 身 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内
 ⑱ 発 明 者 田 所 信 幸 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内
 ⑲ 出 願 人 ホーヤ株式会社 東京都新宿区中落合2丁目7番5号

明 細 書

1. 発明の名称

固体レーザー媒体、その固体レーザー媒体の製造方法及び固体レーザー装置

2. 特許請求の範囲

(1) レーザ活性物質を含み、かつ、レーザ光を入射させる対向端面と該対向端面間に延伸する側面とを有する複数のレーザ・ファイバーを束状に配列し、更に、前記各々のレーザ・ファイバーの端面近傍の側面間に、前記各々のレーザ・ファイバーの側面を連結する連結部材を介設してなる固体レーザー媒体において、

前記各々のレーザ・ファイバーの、端面及び該端面に隣接する第1領域側面を有する先端部を、前記連結部材における前記レーザ・ファイバーの端面側表面から露出させたことを特徴とする固体レーザー媒体。

(2) レーザ活性物質を含み、かつ、レーザ光を入射させる対向端面と該対向端面間に延伸する側

面とを有する複数のレーザ・ファイバーを束状に配列し、次に前記各々のレーザ・ファイバーの端面に隣接する第1領域側面間に第1接着剤を介設し、かつ、前記第1領域側面より内側に位置する第2領域側面間に第2接着剤を介設してレーザ・ファイバー束を形成する第1工程と、

前記第1工程で得られたレーザ・ファイバー束の端面を研磨する第2工程と、

前記第2工程で得られたレーザ・ファイバー束の少なくとも前記第1接着剤を、前記第1接着剤に対して可溶性を有し、かつ、前記第2接着剤に対して不溶性を有する溶液に接触させて溶解し、前記各々のレーザ・ファイバーの端面及び第1領域側面を有する先端部を、前記第2接着剤^ににおける前記レーザ・ファイバーの端面側表面から露出させる第3工程とを含むことを特徴とする固体レーザー媒体の製造方法。

(3) 請求項第1記載の固体レーザー媒体と、前記固体レーザー媒体の少なくとも端面近傍の側面を収納保持する保持部材とを備えた固体レーザー装置にお

いて、

前記保持部材は、前記各々のレーザ・ファイバーの端面及び第1領域側面とを有する先端部と、前記連結部材における前記レーザ・ファイバーの端面側表面とを少なくとも収納する空隙部を内部に配設し、前記空隙部において冷媒を、前記各々のレーザ・ファイバーの端面及び第1領域側面とを有する先端部と、前記連結部材における前記レーザ・ファイバーの端面側表面とに少なくとも接触させるようにしたことを特徴とする固体レーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、レーザ活性物質を含有した複数のレーザ・ファイバーを束状にして成る固体レーザ媒体及びその製造方法、並びに前記固体レーザ媒体を励起してレーザ光を発振又は増幅させる固体レーザ装置に関する。前記固体レーザ媒体は各々のレーザ・ファイバー間に冷媒が浸透するので、固体レーザ媒体全体を効率良く冷却することができ

この固体レーザ媒体1の両端部の各々には、略円筒状の口金10、10が接着剤を介して嵌着され、さらに、それら口金10、10の外周面には、内部に固体レーザ媒体1を収納すると共に、その固体レーザ媒体1に沿って冷却水9を流通させる浸透性管体4が水密に嵌着されている。前記口金10、10と後記する保持部材3の保持板3b、3cとの間における透光性管体4にはその内部に冷却水9を供給する給水管5と、その内部から冷却水を排出する排水管6とが各々配設されている。また、共振器を構成する反射鏡7及び一部透過鏡8の各々は、口金10、10に各々嵌着されている。尚、口金10、10の保持部材3側の端面10a、10aには、固体レーザ媒体1の先端部が挿入し易いように、略円錐状の傾斜面10bが各々形成されている。

保持部材3は、略円筒状の側板3aの両端部に各々円盤状の保持板3b及び3cを固着することにより、内部に空隙部を形成している。保持板3bに配設された給水管3eから供給された冷却水

る。それ故に、この固体レーザ媒体を備えた固体レーザ装置は高繰返し発振が可能となることから、特に、高い平均出力を提供する固体レーザ装置として好適に利用することができる。

〔従来技術〕

この種の固体レーザ装置として、本発明者は例えば特願昭62-182679号に記載された固体レーザ装置を既に提案している。

第8図はこの提案に係る固体レーザ装置の部分断面図である。この固体レーザ装置は、略円筒状の励起ランプ2の外周に螺旋状に、かつ、離間した固体レーザ媒体1を配設し、これら励起ランプ2と固体レーザ媒体1とを保持部材3により収納保持している。

固体レーザ媒体1は、レーザ活性物質を含有したコアにクラッドを被覆してなるレーザ・ファイバーを複数個、束状に配列し、更に、各々のレーザ・ファイバーの側面を、その端面近傍の側面間に介設された連結部材たる接着剤により相互に固着して形成されている。

11は、前記空隙部を循環した後、保持板3cに配設された排水管3dから排出される。前記空隙部を循環する冷却水11には、保持板3b及び3cに、各々、端部を保持された励起ランプ2及び固体レーザ媒体1を収納した透光性管体4が浸透している。

次に、上述した固体レーザ媒体1の製造方法を第9図を参照して説明する。

先ず、第9図(a)に示すように、複数のレーザ・ファイバーを束状に形成したレーザ・ファイバー1aの先端部1a₁を、口金10の円錐状傾斜面10bを形成した一方の端面10aから貫通孔10dに矢印Aの方向で挿入し、他方の端面10cからその先端部1a₁を突出させる。そして、この先端部1a₁を構成する各々のレーザ・ファイバーの端面に隣接する側面間に耐熱性の優れたエポキシ系接着剤を介設する。ここで、1a₁の長さは、口金10の貫通孔10dの長さに相当する。

次に、前述の工程で先端部1a₁に塗布した接

接着剤が凝固する前に、第9図(b)に示すように、先端部1a1が僅かに口金10の端面10cから突出する位置まで口金10を矢印Aの方向に移動させる。この状態で接着剤を凝固させることによりレーザ・ファイバー束1aと口金10とを固着する。

更に、第9図(c)に示すように、前述の工程で得られたレーザ・ファイバー束1aを研磨盤12上において図中矢印C方向に往復運動させることにより、レーザ・ファイバー束1aの端面をその端面が口金10の端面10cと同一平面になるまで端面を鏡面研磨する。

以上の工程からなるレーザ・ファイバー束の端部処理を同様に反対側の端部に施すことにより前述の固体レーザ媒体1を得ることができる。

上述した固体レーザ装置において、発熱部たる励起ランプ2は、その周囲を大流量で循環する冷却水11によって効率良く冷却される。又、固体レーザ媒体1は、透光性管体4に収納された状態で前記冷却水11に浸漬することにより、間接的

に冷却されると共に、前記透光性管体の内部を流通する冷却水9によって直接冷却される。これにより、固体レーザ媒体1は、前記冷却水11の循環によって位置変動を起さずに効率良く冷却される。

尚、固体レーザ媒体1の連結部材における放熱面は、透光性管体4を流通する冷却水9に接触する連結部材の放熱面と、一部を連結部材に埋設させたレーザ・ファイバーの冷却水に接触する放熱面とから成る。このように励起ランプ2及び固体レーザ媒体1を冷却した状態で、励起ランプから固体レーザ媒体1に励起光を供給すると、一部透過鏡8から高い平均出力のレーザ光を安定して得ることができる。

又、上述した固体レーザ媒体1の製造方法によれば、レーザ・ファイバーの端面に隣接する側面が相互に接着剤により固着されていることから、各々の端面を、揺動させることなく一様に当接させた状態で研磨することができるので、高い面精度に研磨された端面を得ることができる。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、上述した固体レーザ媒体を高い投入エネルギーの励起光で励起すると、レーザ・ファイバーのコアを進行するレーザ光のモードがマルチ化することにより、レーザ光のクラッドへの進行が始まる。特に、全長に亘るクラッドの中でも連結部材と接触している部分において、前述のクラッドへのレーザ光の進行が生じると、レーザ光は更に連結部材にまで進行して、その連結部材において吸収されて熱となって蓄積される。ところが、この連結部材は前述した通り、限られた放熱面しか有さないもので、十分に冷却されず、蓄積された熱によって、連結したレーザ・ファイバー共々変形を起こし、レーザ光の発振出力を低下させる。特に、従来例のように連結部材として接着剤を採用した場合には、熱によって接着剤が溶解し、この溶解した接着剤がレーザ・ファイバーの端面に付着して共振器によるレーザ光の共振光路の形成を阻害する。この結果、発振出力の低下のみならず、場合によっては発振を停止に至らしめると

いう問題点があった。

このような問題点を鑑みて本発明はなされたものであり、その目的は、連結部材を冷却すべく、連結部材から直接放熱する連結部材における放熱面と、この連結部材と接触して間接的に連結部材から放熱されるレーザ・ファイバーの放熱面との総和からなる放熱面を拡大した固体レーザ媒体及びその製造方法を提供することにある。

又、本発明の他の目的は、前記固体レーザ媒体を備え、連結部材を冷却すべく設けられた連結部材の放熱面と、この連結部材と接触して間接的に連結部材を冷却させるレーザ・ファイバーの放熱面とに、冷媒を接触させて連結部材を冷却させることにより、発振出力を向上させた固体レーザ装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、上記した課題を解決すべくなされたものであり、その特徴は、以下の通りである。

本発明の固体レーザ媒体は、レーザ活性物質を含み、かつ、レーザ光を入射させる対向端面と

該対向対向間に延伸する側面とを有する複数のレーザー・ファイバーを束状に配列し、更に、前記各々のレーザー・ファイバーの端面近傍の側面間に、前記各々のレーザー・ファイバーの側面を連結する連結部材を介設してなる固体レーザー媒体において、

前記各々のレーザー・ファイバーの、端面及び該端面に隣接する第1領域側面を有する先端部を、前記連結部材における前記レーザー・ファイバーの端面側表面から露出させたことを特徴とする。

又、本発明の固体レーザー媒体の製造方法は、レーザー活性物質を含み、かつ、レーザー光を入射させる対向端面と該対向端面間に延伸する側面とを有する複数のレーザー・ファイバーを束状に配列し、更に前記各々のレーザー・ファイバーの端面に隣接する第1領域側面間に第1接着剤を介設し、かつ、前記第1領域側面より内側に位置する第2領域側面間に第2接着剤を介設してレーザー・ファイバー束を形成する第1工程と、

前記第1工程で得られたレーザー・ファイバー束の端面を研磨する第2工程と、

触させるようにしたことを特徴とする。

〔作用〕

本発明の固体レーザー媒体は、各々のレーザー・ファイバーの端面及び端面に隣接する第1領域側面を有する先端部を、連結部材における前記レーザー・ファイバーの端面側表面から露出させていることから、前記レーザー・ファイバーの先端部及び前記連結部材における前記レーザー・ファイバーの端面側表面とから連結部材に蓄積した熱を放出することができる。

又、本発明の固体レーザー媒体の製造方法は、レーザー・ファイバー束を第2工程においては、各々のレーザー・ファイバーの端面に隣接する第1領域側面が第1接着剤によって相互に固着されているので、各々の端面を、揺動させることなく一様に研磨面に当接させて研磨することができる。又、第3工程においては、前記第1接着剤を除去する溶液として、第1接着剤に対して可溶性を有し、かつ、第2接着剤に対して不溶性を有する溶液を用いていることから、第1接着剤のみを除去する

前記第2工程で得られたレーザー・ファイバー束の少なくとも前記第1接着剤を、前記第1接着剤に対して可溶性を有し、かつ、前記第2接着剤に対して不溶性を有する溶液に接触させて溶解し、前記各々のレーザー・ファイバーの端面及び第1領域側面を有する先端部を、前記第2接着剤^ににおける前記レーザー・ファイバーの端面側表面から露出させる第3工程とを含むことを特徴とする。

本発明の固体レーザー装置は、前記固体レーザー媒体と、前記固体レーザー媒体の少なくとも端面近傍の側面を収納保持する保持部材とを備えた固体レーザー装置において、

前記保持部材は、前記各々のレーザー・ファイバーの端面及び第1領域側面とを有する先端部と、前記連結部材における前記レーザー・ファイバーの端面側表面とを少なくとも収納する空隙部を内部に配設し、前記空隙部において冷媒を、前記各々のレーザー・ファイバーの端面及び第1領域側面とを有する先端部と、前記連結部材における前記レーザー・ファイバーの端面側表面とに少なくとも接

ことができる。

更に、本発明の固体レーザー装置は、本発明の固体レーザー媒体を収納保持する保持部材に、各々のレーザー・ファイバーの端面及び第1領域側面を有する先端部と、連結部材におけるレーザー・ファイバーの端面側表面とを少なくとも収納する空隙部を配設し、その空隙部に冷媒を流通させている。これにより、連結部材は、そのレーザー・ファイバーの端面側表面から冷媒によって直接冷却されるばかりでなく、前記連結部材に接触しているレーザー・ファイバーの先端部に接触する冷媒によっても間接的に冷却される。

〔実施例〕

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳述する。

第1図(a)は本発明に係る固体レーザー媒体の一実施例を示す外観斜視図、第1図(b)、同図(a)におけるI-I線断面図である。

第1図(a)及び(b)に示す固体レーザー媒体20は、約1600本のレーザー・ファイバー21

を円形断面の束状に配列されたレーザ・ファイバー束（外径：8mm、全長296mm）から基本的に構成されている。

各々のレーザ・ファイバー21は、レーザ光を入射させる対向端面21a、21aと、該両端面間21a、21aに延伸する側面21eとを備えている。前記対向端面21a、21aと側面21eとに覆われたレーザ・ファイバー21の内部構造は、Ndを8wt%含有したリン酸塩ガラスから成るコア（コア径：180μm）と、該コアの外周に被覆されると共にリン酸塩ガラスからなるクラッド（クラッド径200μm）とから構成されている。又、前記側面21eは、前記端面21a、21aの各々に隣接する第1領域側面21b、21bと、前記第1領域側面21b、21bより内側に各々位置する第2領域側面21c、21cと、前記第2領域側面21c、21c間に挟まれた第3領域側面21dとに区画されている。ここで、第1領域側面21bの全長は約3mm、第2領域側面21cの全長は約10mm、第3領域側面21d

の全長は270mmとしている。前記レーザ・ファイバー束は、上述した各々のレーザ・ファイバー21の第2領域側面21c間に、連結部材たる第2接着剤22（エポキシ系接着剤；ボンド・クイック75（コニシ株式会社製））を介設することにより、前記第2領域側面21c同士を固着して一体形成されている。このように各々のレーザ・ファイバー21を固着することにより、各々のレーザ・ファイバー21の端面21aと第1領域側面21bとを有する先端部21fを、第2接着剤22における端面21a側表面22aから露出させることができる。尚、前記一体形成されたレーザ・ファイバー束から成る固体レーザ媒体20において、その端面20aは各々のレーザ・ファイバー21の端面21aの集合体から構成されている。又、その第1領域20b第2領域20c、及び第3領域20dの各々は、前記レーザ・ファイバー21における第1領域側面21b、第2領域側面21c、及び第3領域側面21dを各々有するレーザ・ファイバーの部分の集合体に相当する。

以上の構成からなる固体レーザ媒体20は、各々のレーザ・ファイバー21の端面21aと第1領域21bとを有する先端部21fが、接着剤22の端面21a側表面22aから露出し、かつ、第3領域側面21dには接着剤がないので、第3領域側面21d及び接着剤22の内側表面22bから放熱できるばかりでなく、更に、前記レーザ・ファイバー21の先端部21f及び接着剤22における端面21a側表面22aからも放熱することができる。尚、本実施例においては連結部材として接着剤を使用したが高融点ガラスを代わりに使用してもよい。又、レーザ・ファイバー21は、コアとクラッドを有する光ファイバーを使用したか、この代わりにレーザ活性物質を含有した細いロッドを使用してもよい。この場合、連結部材としては金属又はガラス体に前記ロッドを挿通する孔を配設したものが使用できる。

次に、第2図乃至第6図を参照して本発明に係る固体レーザ装置の一実施例を説明する。

第2図は本発明に係る固体レーザ装置の一実施

例を示す外観斜視図、第3図は第2図におけるII-II線断面図、第4図は第3図におけるA部拡大図、第5図は第3図におけるIII-III線断面図、第6図は側板の分解斜視図である。

この固体レーザ装置は、前述した固体レーザ媒体20と、この固体レーザ媒体20に対して平行に対向した4個の励起ランプ2〜2とを本体25と側板26、26とから構成される保持部材27によって収容保持している。又、この保持部材27は、側板26にミラー保持部51とミラー押え55とを内装している。そして、前記固体レーザ媒体20は、そのレーザ・ファイバー21の第1領域側面21b及び接着剤22の端面21a側表面22aを前記側板26の内部で冷却し、又、レーザ・ファイバー21の第3領域側面21d及び接着剤22の内側表面22bとを本体25の内部で冷却することにより、接着剤22の昇温を抑制している。

前記固体レーザ媒体20は、両端部に位置する第2領域20c、20cに、口金10、10を各

々第2接着剤22を介して嵌着している。そして、これら口金10、10の各々の外周面には、固体レーザ媒体20の第3領域20dを収容する透光性管体4の端部が各々水密に嵌着されている。尚、口金10は真ちゅうから、透光性管体4は、バイレックスガラス(コーニング社商品名)から成る。

前記固体レーザ媒体20と励起ランプ2〜2とを収容保持する保持部材27は、本体25と、その本体25の長手方向の両端部25a、25aを挟持する一対の側板26、26とから構成されている。

略直方体状からなる前記本体25は、各々透光性管体4〜4に収納された励起ランプ2〜2と、透光性管体4に収納された固体レーザ媒体20とを間接的に冷却する冷却水11を循環させる空隙部を内部に形成している。第3図中上方側壁29には、前記空隙部に連通する給水通路25c及び排水通路25dが配設されており、前記空隙部を循環する冷却水11は前記給水流路25cから供給され、前記排水通路25dから排出される。又、

向に穿設されている。他方の側壁31には、貫通孔31a及び31b〜31bの各々に収納された透光性管体4〜4に穿設された孔に、一端の開口部が連通する排水通路33〜33が第3図紙面に向かう方向に各々穿設されている。そして、これら給水通路32〜32及び排水通路33〜33における他端の開口部には、第2図に示すように本体25の側面25bに連通すると共に、ニップル72〜72が配設されている。これにより、給水通路32〜32から供給された冷却水9は、各々の透光性管体4〜4の内部を流通することにより、励起ランプ2及び固体レーザ媒体20を冷却した後、排水通路33〜33から排出されることになる。

側板26、26は、各々本体25の端面25aと当接する裏面26bと、この裏面26bに対向する表面26aとを有する板状本体からなり、この表面26a及び裏面26bの四隅角部近傍に双方の面を貫通して穿設されたネジ孔26c〜26cにネジ35〜35を各々通して本体25の端面

前記給水通路25c及び排水通路25dの前記側壁29における外周面側の開口部には、ニップル72、72が各々配設されている。第3図中右方及び左方に対向配置された側壁30及び31は、それらの中央部であって、互いに同軸上に位置する貫通孔30a及び31aを穿設し、これら貫通孔30a及び31aに、固体レーザ媒体20を収納した透光性管体4の端部を各々挿入することにより固体レーザ媒体20を保持している。更に、前記側壁30及び31は、前記貫通孔30a及び31aの各々の四方周辺であって、互いに同軸上に位置する4個の貫通孔30b〜30b及び31b〜31bを穿設しており、これら貫通孔30b〜30b及び貫通孔31b〜31bに、励起ランプ2〜2を収納した透光性管体4〜4の端部を各々挿入することにより、励起ランプ2を保持している。又、前記側壁30には、前記貫通孔30a及び30b〜30bの各々に収納された透光性管体4〜4に穿設された孔に、一端の開口部が連通する給水通路32〜32が第3図紙面に向かう方

25a、25aに各々取り付けられている。

この側板26には、本体25の端面25aから突出した固体レーザ媒体20に配設された口金10を収容保持する貫通孔36が、裏面26bの中央部から表面26aに向かって穿設されており、更に、前記貫通孔36の裏面26b側開口部周縁には前記口金10の外周面に嵌着された透光性管体4の先端部を収容する収容陥部37が配設されている。又、前記貫通孔36を中心とした四方周辺には、本体25の端面25aから突出した励起ランプ2〜2の各々の先端部を収容保持する貫通孔38〜38が表面26aと裏面26bとの間で穿設され、更に、前記貫通孔38〜38の裏面26b側開口部周辺には前記突出した励起ランプ2〜2に配設された透光性管体4の先端部を収容する収容陥部39〜39が配設されている。

第4図及び第6図に図示する通り、固体レーザ媒体20の先端部に配設された口金10を収容する前記貫通孔36における表面26a側開口部は、前記口金10の先端部、固体レーザ媒体20の第

1領域20b、及び反射鏡7（一部透過鏡8）を収容する収容凹部40に連通している。

この収容凹部40の底面41において、前記貫通孔36の開口部周縁に配設された収容陥部43には、口金押え45と協動して口金を保持板26に固定するリング42が収容されている。前記口金押え45は、中央部に口金10を挿入する挿入孔45cを穿設した環状体から成る。口金10は、前記口金押え45の厚さ方向に穿設されたネジ孔45a～45aに挿通したネジ44～44により底面41に固着される。これにより、口金押え45の裏面45dに押圧されたリング42は、その内径が縮径されるので、口金10は側板26に固定される。この固定は、口金押え45の端面45bに対して、口金10の端面10cが僅かに窪み、又、図体レーザ媒体20の端面20aが僅かに突出するようになされている。ところで、前記口金押え45は、その端面45bの、直交する半径方向に溝46、47を配設している。

これらの溝46、47は、後述するミラー保持

第3内周面51eは、端面51aから端面51bに向かう方向に順次配列されており、又、その内径が前記方向に沿って階段状に拡張している。そして、第1内周面51cと第2内周面51dとの間、及び第2内周面51dと第3内周面51eとの間に、各々第1当接面51fと第2当接面51gとを配設している。そして、前記第3内周面51eには、後述するミラー押え55の環状凸部56の外周面に形成されたネジ部と螺合するネジ部が形成されている。尚、前記第2当接面51gと第3内周面51eには、反射鏡7（一部透過鏡8）を、その外周面に嵌着して保持するリング65が配置されている。

ミラー押え55は、中央部に開口部を穿設した円盤状体と、その裏面における前記開口部の周囲に一体的に突設された環状凸部56とから成る。

そして、前記開口部と前記環状凸部56との間であって、円周方向に四分割した位置に前記円盤状体の表面から裏面に貫通するネジ孔が設けられ、これらのネジ孔にはネジ57～57が進退自在に

部51の端面51aと協動して、第5図に示す第2排水通路61と第2給水通路62を形成する。

又、側板26には、その側面26d及び26eの各々から収容凹部40の内周面40aに至る第1排水通路48及び第1給水通路49が各々配設されている。従って、前述した口金押え45の底面41への前記固定は、前記溝46、47の各々の外周面側の開口部と、前記第1排水通路48及び第1給水通路49の内周面40a側の各々の開口部とが一致するようになされている。

尚、前記第1排水通路48及び第1給水通路49の、各々の側面26d及び26e側の開口部にはニップル72、72が配設されている。

反射鏡7（一部透過鏡8）は、ミラー保持部51とミラー押え55とにより保持されて、前記収容凹部40に収容保持されている。

前記ミラー保持部51は、略円筒状からなり、その内周面を第1内周面51c、第2内周面51d、及び第3内周面51eとにより構成している。前記第1内周面51c、第2内周面51d、及び

螺入されている。又、前記環状凸部56の外周面には、前述したミラー保持部51の第3内周面51eに設けられたネジ部と螺合するネジ部が形成されている。

反射鏡7（一部透過鏡8）は、その表面7a（8a）と裏面7b（8b）とを、ミラー保持部51の対1当接面51fとミラー押え55の裏面とにより保持するように、第3内周面51eに形成されたネジ部と環状凸部の外周面に形成されたネジ部とを螺合させることにより、ミラー保持部51及びミラー押え55に収容保持されている。このとき、ミラー押え55の環状凸部56の先端部によって押圧されたリング65は、その内径を縮径して反射鏡7（一部透過鏡8）を固定している。又、反射鏡7（一部透過鏡8）の表面7a（8a）の傾きは、ミラー押え55に配設されたネジ57～57の先端部を前記表面7a（8a）に当接させて進退させることにより調整されている。

このように、反射鏡7（一部透過鏡8）を収容

保持したミラー保持部51とミラー押え55とは、ミラー保持部51の端面51a側の外周面に形成されたネジ部53と、収納凹部40の内周面40aに形成されたネジ部40a1とを螺合させることにより、側板26に取り付けられる。このとき、反射鏡7(一部透過鏡8)の裏面7b(8b)と固体レーザー媒体20の端面20a、及びミラー保持部51の端面51aと口金押え45の端面45bは、各々密着固定する。これにより、前述した通り、口金押え45の溝46、47の端面45b側の各々の開口部が、ミラー保持部51の端面51aにより、遮蔽されるので、各々第2排出通路61と第2給水通路62を構成することができる。又、このとき、前記第2排出通路61及び第2給水通路62に連通すると共に、冷却水50を循環させて固体レーザー媒体20の先端部を冷却する空隙部60も形成される。即ち、この空隙部60とは、口金10の端面10cと反射鏡7(一部透過鏡8)の裏面7b(8b)とに挟まれると共に、ミラー保持部51の第1内周面5cと口金押え4

5の挿入孔45cにおける端面45b近傍の内周面とに包囲されることにより形成されている。この空隙部60には、固体レーザー媒体20の先端部、即ち、固体レーザー媒体20の第1領域20bと端面20a、第2接着剤22の端面側表面22a、及び口金10の端面10cと該端面10cの近傍の外周面とが収納されている。

次に、第5図を参照して側板26における前記固体レーザー媒体20の先端部の冷却について詳述する。

先ず、第1給水通路49から矢印Qの方向に流入した冷却水50は、第2給水通路62を通過して、空隙部60を循環する。このとき、空隙部60に収納されている固体レーザー媒体20の第1領域20b、第2接着剤22における端面側表面22a、及び口金10の端面10cと該端面10c近傍の外周面とが、冷却水50に接触して冷却される。特に、前記固体レーザー媒体20の第1領域20bは、レーザー・ファイバー21の第1領域側面20bを有するレーザー・ファイバー21の部分の集合

体であるので、冷却水50は前記レーザー・ファイバー21の第1領域側面21b間に良く浸透し、この第1領域側面21bを効率良く冷却することができる。又、各々のレーザー・ファイバー21の第1領域側面21b間を浸透した冷却水50は容易に前記第2接着剤22における端面側表面22aに到達することができるので、前記端面側表面22aをも効率良く冷却することができる。このように、空隙部60を循環した冷却水50は第2排水通路61を矢印Pの方向に進行し、更に、第1排水通路48を通過して排出される。

尚、本体25に配設されたニップル72~72と、側板26に配設されたニップル72~72とは、冷却水循環装置(図示せず)に他端を接続したチューブ(図示せず)の一端が各々配設されている。

上述した構成の固体レーザー装置を以下の条件のもとで作動させた。先ず、冷却水循環器から、本体25の前記空隙部60に冷却水11を流量20ℓ/分で循環させ、又、励起ランプ2~2と、固体

レーザー媒体20の第3領域20dを各々収納した透光性管体4~4に、各々冷却水9を流量3ℓ/分で循環させた。更に、固体レーザー媒体20の先端部を収納した前記空隙部60に冷却水50を流量3ℓ/分で循環させた。このように、固体レーザー媒体20と励起ランプ2~2とを冷却して、励起ランプ2~2から固体レーザー媒体20に励起光を供給したところ、40P.P.S.の繰り返しで8.5J/Pluseのレーザー出力を約1分間に亘って得ることができた。従来例の固体レーザー装置において同じ40P.P.S.の繰り返しで8.5J/Pluseのレーザー発振を試みたところ、30秒ほど経過した時点で発振が停止した。このように、本実施例の固体レーザー媒体及び固体レーザー装置の従来例に対する発振出力の優位性が確認された。

なお、本実施例において、保持部材27を、本体25と側板26、26とに分離して構成したが、一体的に構成してもよい。又、本実施例においては、固体レーザー媒体20の先端部の冷却系と、励起ランプ2~2及び固体レーザー媒体20の第3領

域20dの冷却系とを個別に設けたが、双方の冷却系を単一の連続した冷却系としてもよい。

更に、本実施例においては、固体レーザー媒体20の端面20aを反射鏡7（一部透過鏡8）に当接させたが、この反射鏡7（一部透過鏡8）の代わりに同じ形状からなり、レーザー光の波長に対してほぼ100%透過性を有する透光性部材を配置して、共振器を外部に配置してもよい。

次に、本発明の固体レーザー媒体の製造方法に係る一実施例を第7図を参照して説明する。

（第1工程）

先ず、Ndを8wt%含有したリン酸塩ガラスをコア材とし、リン酸塩ガラスをクラッド材として、ロッド・イン・チューブ法により線引きを行なって得たレーザー・ファイバーを約1600本束ねてレーザー・ファイバー束を形成する。

次に、第7図（a）に図示する通り、このレーザー・ファイバー束70を口金10の端面10aから貫通孔10dに矢印Aの方向で挿入して、その先端部の端面70aを約20mm端面10cから突

出させる。次いで、レーザー・ファイバー束20の端面70aより6mm短間した位置から10mmに亘る第2領域70cに第2接着剤（エポキシ系接着剤：ポンド・クイック75（コニシ株式会社製））を塗布する。

これにより、前記第2領域70cを構成する各々のレーザー・ファイバーの第2領域側面21cの隅々に亘って第2接着剤が介設させる。次に、塗布した第2接着剤が凝固する前に、前記第2領域70cが口金10の貫通孔10dに収容されるように、前記口金10を矢印Bの方向に移動させる。この移動に際して、前記レーザー・ファイバー束70における第2領域70cの端面70a側に隣接し、6mmの長さを有する第1領域70bを口金10の端面10cから突出させる。次いで、この突出した第1領域70bに第1接着剤（アクリル系接着剤：レンズボンド・Type62（Summers Laboratories社製））を塗布する。これにより、前記第1領域70bを構成する各々のレーザー・ファイバーにおける第1領域側面間の隅々に亘って、前記

第1接着剤が介設される。この状態にて約10分保持して前記第1接着剤と第2接着材の各々を凝固させる。これにより、口金10とレーザー・ファイバー束70とが固着される。

（第2工程）

前記第1工程で得られた、口金10を配設したレーザー・ファイバー束70を、前記口金10を保持して、第1領域70bの長さが6mmから3.5mmになるまで研削した後、第7図（c）に図示するように、レーザー・ファイバー束70の端面70aを前記第1領域70bの長さが3mmになるとともに端面70aの面精度が1mmになるまで、研削器12上にて矢印Cの方向に往復磨動して鏡面研磨する。

（第3工程）

この第3工程では、レーザー・ファイバー束70の端面70aの研磨のときのみ必要とされる第1接着剤を、レーザー・ファイバー束70の第1領域70bから除去する。よって、第1接着剤に対して可溶性を有し、かつ、第2接着剤に対して不溶性

を有するアセトン溶液71を先ず容器に収容する。次に、このアセトン溶液71に、前記第2工程で得られたレーザー・ファイバー束70を、その端面70aから口金10の中腹に亘って浸漬させる。この状態で、前記アセトン溶液71に超音波信号72を図示しない超音波発生源から供給しながら約10～15分保持することにより、レーザー・ファイバー束の70の第1領域70bに塗布された第1接着剤を溶解除去する。これにより、各々レーザー・ファイバーの端面及び第1領域側面を有する先端部を、第2接着剤における前記レーザー・ファイバーの端面側表面から露出させることができる。

以上の第1～第3工程からなる端部処理を、レーザー・ファイバー束70の他端部にも施すことにより前述した固体レーザー媒体20を得ることができる。

上述した本実施例の固体レーザー媒体の製造方法によれば、レーザー・ファイバー束70の端面を研磨する第2工程においては、レーザー・ファイバー

束70の第1領域70bを構成する各々のレーザ・ファイバーの第2領域側面間が第1接着剤によって相互に固着されているので、各々の端面を揺動させることなく一様に研磨面に当接された状態で研磨することができる。これにより、各々のレーザ・ファイバー束70の端面70aを、同一平面内であって、高い面精度に研磨することができる。又、第3工程においては、第1接着剤を除去する溶液として第1接着剤に対して可溶性を有し、第2接着剤に対して不溶性を有するアセトン溶液を採用していることから、第2接着剤を劣化させることなく、容易に第1接着剤のみを除去することができる。更に、第2接着剤は粘性が低い特性を有しているので、レーザ・ファイバー束70の第2領域70cに塗布する際、第1領域70b等の塗布の必要がない領域に浸透することを抑制できる。又、第1接着剤は、比較的粗い構造から成っているため、その溶解除去を極めて容易にしている。更に、第1接着剤を除去するアセトン溶液は、揮発性が高いので、除去処理の後、各々のレ

ることができる。又、第3工程においては、前記第1接着剤を溶解除去する溶液として、第1接着剤に対して可溶性を有し、かつ、第2接着剤に対して不溶性を有する溶液を用いていることから、第1接着剤のみを除去することができる。これにより、第2接着剤を劣化させることなく第1接着剤を溶解除去することができる。従って、各々のレーザ・ファイバーの端面及び第1領域側面とを有する先端部を第2接着剤における前記レーザ・ファイバーの端面側表面から露出させることができる。

更に、本発明の固体レーザ装置は、本発明の固体レーザ媒体を収納保持する保持部材に、各々のレーザ・ファイバーの端面及び第1領域側面を有する先端部と、連結部材におけるレーザ・ファイバーの端面側表面とを少なくとも収納する空隙部を配設し、その空隙部に冷媒を流通させている。これにより、連結部材は、そのレーザ・ファイバーの端面側表面から冷媒によって直接冷却されるばかりでなく、前記連結部材に接触しているレー

ザ・ファイバー間にもほとんど残存することがない。尚、このアセトン溶液の代わりにアルコール溶液を使用してもよい。

〔発明の効果〕

本発明の固体レーザ媒体は、各々のレーザ・ファイバーの端面及び該端面に隣接する第1領域側面を有する先端部を、連結部材における前記レーザ・ファイバーの端面側表面から露出させていることから、前記レーザ・ファイバーの先端部及び前記連結部材における前記レーザ・ファイバーの端面側表面とから、連結部材に蓄積した熱を放出することができる。

又、本発明の固体レーザ媒体の製造方法は、レーザ・ファイバー束を研磨する第2工程においては、各々のレーザ・ファイバーの端面に隣接する第1領域側面が第1接着剤によって相互に固着されているので、各々の端面を揺動させることなく一様に研磨面に当接させて研磨することができる。これにより、各々のレーザ・ファイバーの端面を同一平面内であって、しかも高い面精度に研磨す

る。また、レーザ・ファイバーの先端部に接触する冷媒によって間接的に冷却される。これにより、レーザ光の発振出力を増加させることができる。

4. 図面の簡単な説明

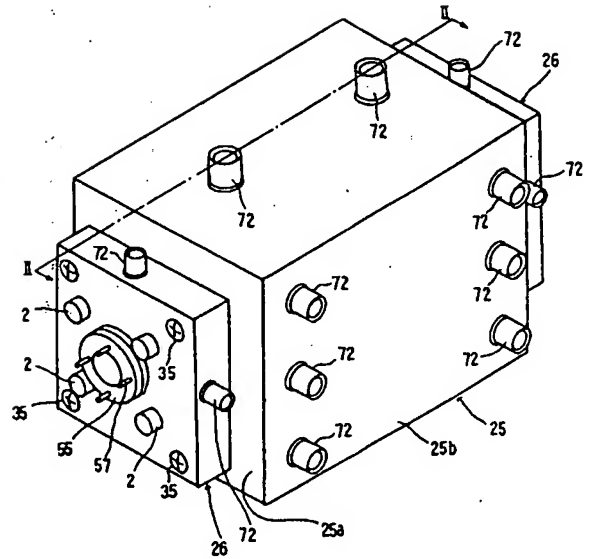
第1図(a)は本発明の固体レーザ媒体の一実施例を示す外観斜視図、第1図(b)は第1図(a)におけるI-I線断面図、第2図は本発明の固体レーザ装置の一実施例を示す外観斜視図、第3図は第2図のII-II線断面図、第4図は第3図のA部拡大図、第5図は第3図のIII-III線断面図、第6図は本発明の固体レーザ装置における側板の分解断面斜視図、第7図は本発明の固体レーザ媒体の製造方法の工程図、第8図は従来例の固体レーザ装置の部分断面図、第9図は従来例の固体レーザ媒体の製造方法の工程図である。

2…励起ランプ、4…透光性管体、10…口金、20…本発明の固体レーザ媒体、21…レーザ・ファイバー、21a…端面、21b…第1領域側面、21c…第2領域側面、21f…先端部、22…連結部材、25…本体、26…側板、27…

保持部材、40…収納凹部、51…ミラー保持部、
55…ミラー押え。

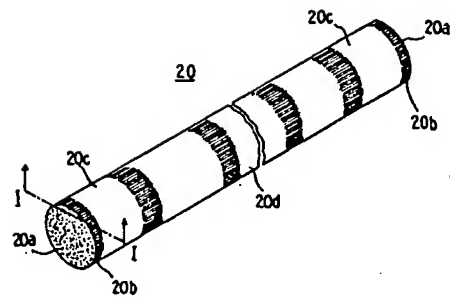
特許出願人 ホーヤ株式会社

第2図

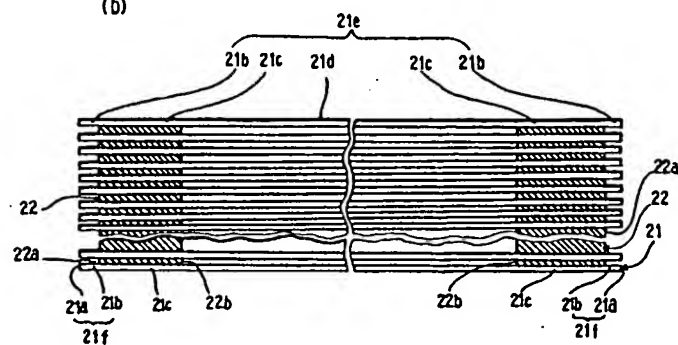


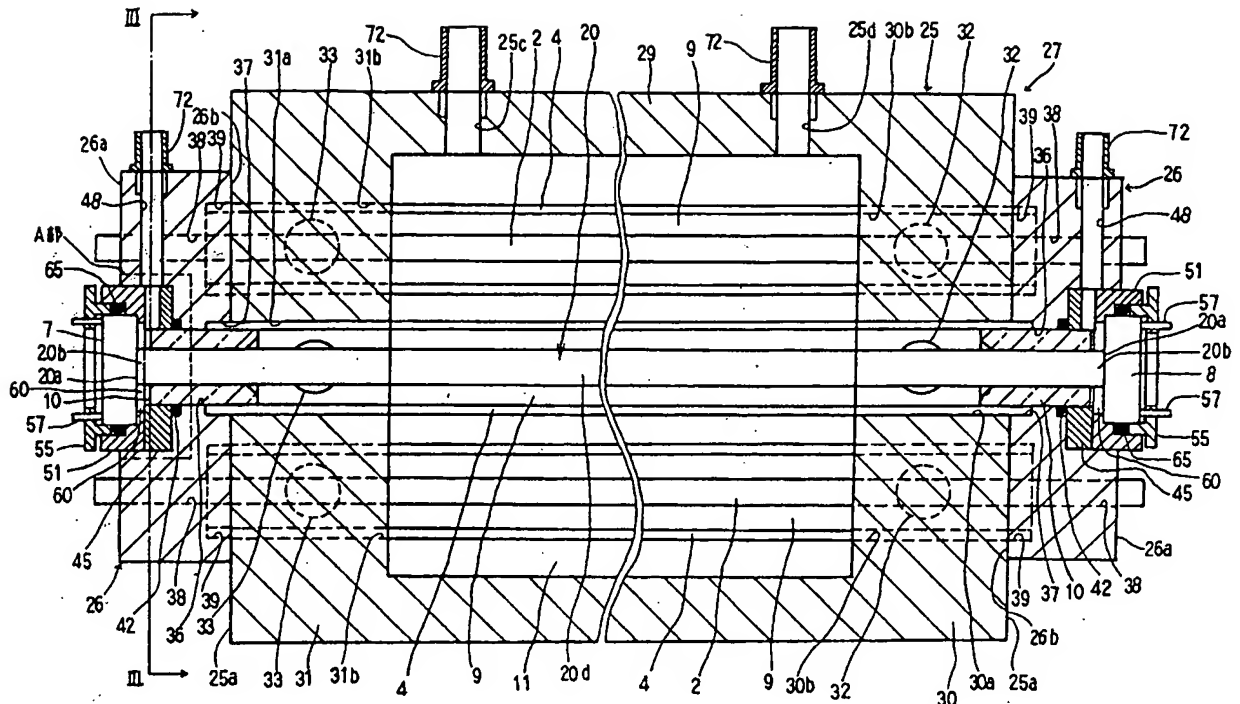
第1図

(a)

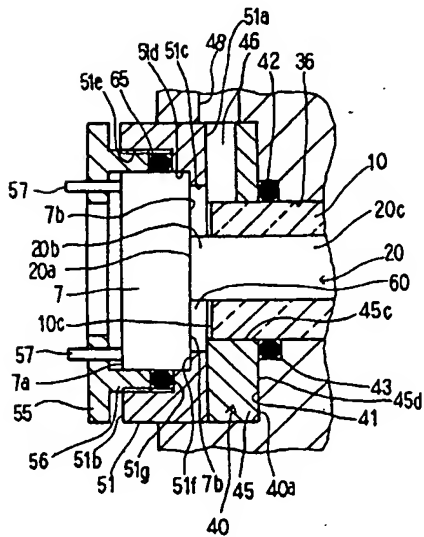


(b)

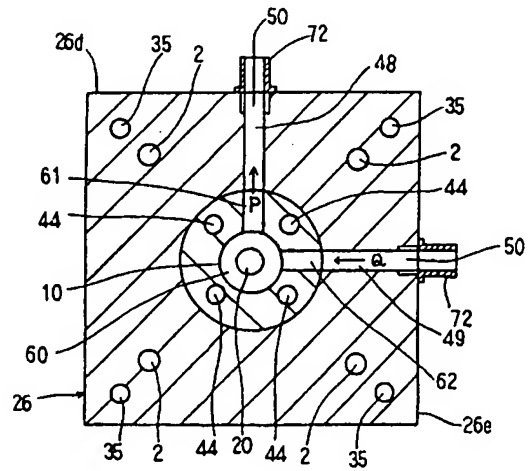




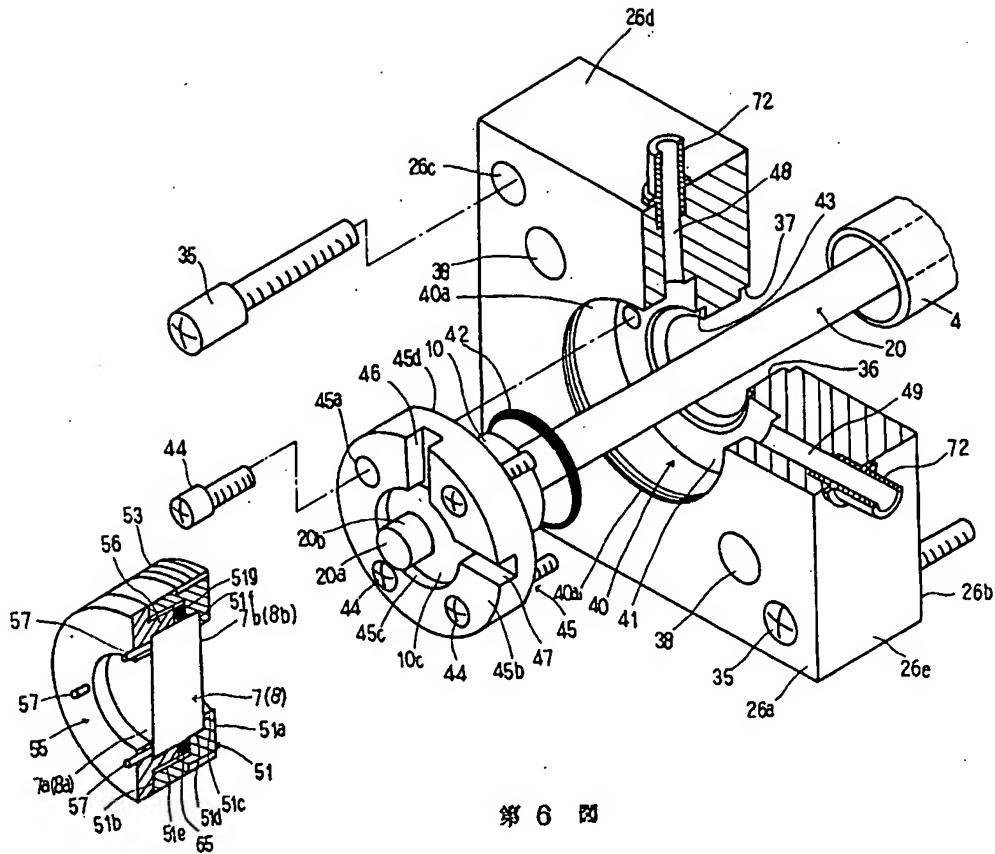
第 3 図



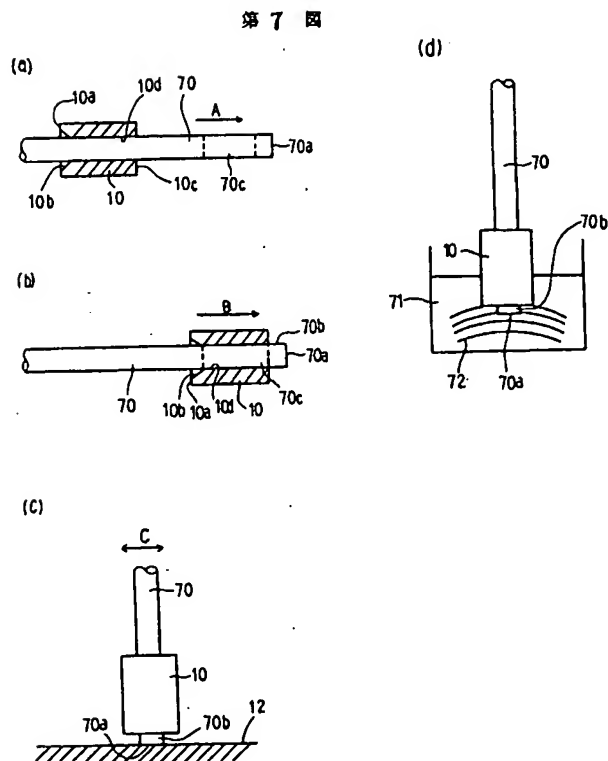
第 4 図



第 5 図

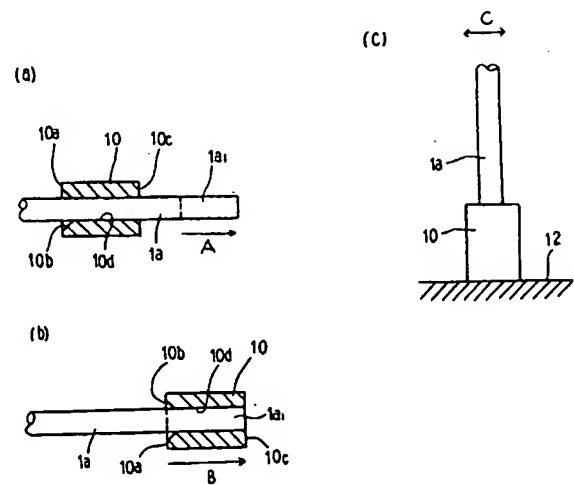


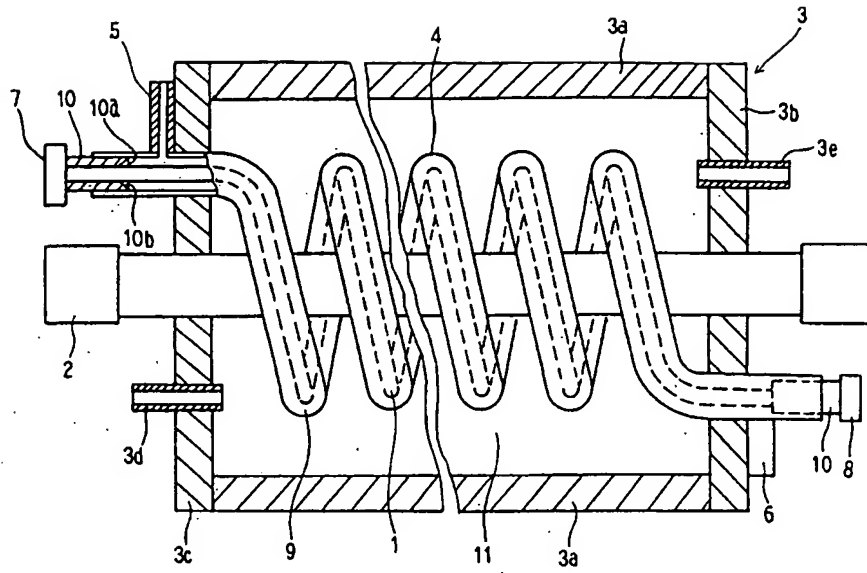
第 6 図



第 7 図

第 9 図





第 8 図